

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-15482

(43) 公開日 平成7年(1995)1月17日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 L 27/22				
H 0 3 J 7/02		8523-5K		
H 0 4 L 27/38		9297-5K	H 0 4 L 27/ 22	Z

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平5-144603

(22) 出願日 平成5年(1993)6月16日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 阪 博

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 尾関 浩明

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 浦田 和直

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 小鍛治 明 (外2名)

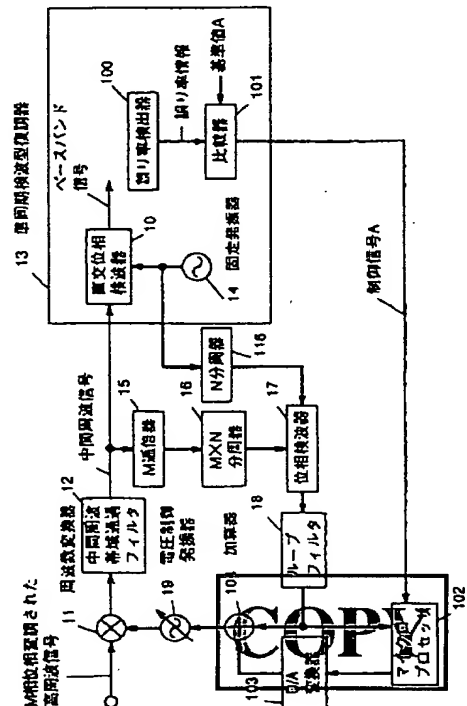
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 自動周波数制御装置

(57) 【要約】

【目的】 準同期検波型復調器の固定発振器をAFC制御の基準周波数とするとともに、C/N比の低下によるAFC精度の低下を防止し、低C/N時での動作を安定化する。

【構成】 中間周波信号をベースバンド信号に変換した後、デジタル復調する準同期検波型復調器13と、中間周波信号の周波数をM逓倍するM逓倍器15と、この出力信号を分周する分周器16と、固定発振器14の周波数を分周する分周器116と、分周器16の出力と分周器116の出力との周波数差を検出する位相検波器17と、位相検波器17からの出力電圧に基づいて発振周波数が制御される電圧制御発振器19と、誤り検出器100で検出された誤り率情報を基準値Aと比較する比較器101と、該比較結果に基づき電圧制御発振器19への印加電圧を制御するマイクロプロセッサ102とで構成される。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 M 相位相変調された高周波信号を中間周波信号に変換する周波数変換器と、前記中間周波信号を、直交位相検波器と該直交位相検波器に入力される固定発振器とでベースバンド信号に変換した後、ディジタル復調する準同期検波型復調器と、前記中間周波信号の周波数を M 通倍する M 通倍器と、前記 M 通倍器の出力信号を (M×N) 分周する第 1 の分周器と、前記固定発振器の周波数を N 分周する第 2 の分周器と、前記第 1 の分周器の出力信号と前記第 2 の分周器の出力信号との周波数差を検出する位相検波器と、前記周波数変換器に入力され、前記位相検波器からの出力電圧に基づいて発振周波数が制御される電圧制御発振器と、前記準同期検波型復調器で復調されたデータの誤り率を検出する誤り率検出器と、前記誤り率検出器で得られた誤り率を所定の基準値と比較する比較器と、前記誤り率が所定の基準値を越えないときには、前記位相検波器からの出力電圧のみに基づいて前記電圧制御発振器の発振周波数を制御し、前記誤り率が所定の基準値を越えたときには、前記誤り率が所定の基準値を越えないときに前記電圧制御発振器に出力されていた出力電圧に基づいて前記電圧制御発振器の発振周波数を制御する手段とを備えたことを特徴とする自動周波数制御装置。

【請求項 2】 M 相位相変調された高周波信号を中間周波信号に変換する周波数変換器と、前記中間周波信号を、直交位相検波器と該直交位相検波器に入力される固定発振器とでベースバンド信号に変換した後、ディジタル復調する準同期検波型復調器と、前記中間周波信号の周波数を M 通倍する M 通倍器と、前記 M 通倍器の出力信号を (M×N) 分周する第 1 の分周器と、前記固定発振器の周波数を N 分周する第 2 の分周器と、前記第 1 の分周器の出力信号と前記第 2 の分周器の出力信号との周波数差を検出する位相検波器と、前記周波数変換器に入力され、前記位相検波器からの出力電圧に基づいて発振周波数が制御される電圧制御発振器と、前記準同期検波型復調器が正しくデータを復調しているか否かを判定し、この判定結果に対応して掃引制御信号を送出する同期判定器と、該掃引制御信号に基づいて前記電圧制御発振器の中心周波数を掃引させる掃引信号を前記電圧制御発振器へ出力する掃引信号発生器と、前記準同期検波型復調器で復調されたデータの誤り率を検出する誤り率検出器と、前記誤り率が所定の基準値を越えないときには、前記位相検波器からの出力電圧のみに基づいて前記電圧制御発振器の発振周波数を制御し、前記誤り率が所定の基準値を越えたときには、前記誤り率が所定の基準値を越えないときに前記電圧制御発振器に出力されていた出力電圧に基づいて前記電圧制御発振器の発振周波数を制御する手段とを備えたことを特徴とする自動周波数制御装置。

【請求項 3】 同期判定器は、誤り率検出器で検出された

誤り率情報に基づいて同期判定することを特徴とする請求項 2 記載の自動周波数制御装置。

【請求項 4】 同期判定器は、前記準同期検波型復調器を構成する位相同期ループ回路から出力される位相誤差信号に基づいて、前記位相同期ループ回路が位相同期しているか否かを判定し同期判定することを特徴とする請求項 2 記載の自動周波数制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、多値 QAM 変調信号や多相位相変調信号などのディジタル変調信号を復調するディジタル復調回路に入力されるディジタル変調された中間周波信号の搬送波周波数を安定化するための自動周波数制御装置に関し、特に、ディジタル変調された中間周波信号の C/N 比が低いときの周波数制御の改善方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 現在、テレビ放送の変調方式には AM 変調方式や FM 変調方式が一般的に用いられている。しかし、最近では多値 QAM 変調方式や多相位相変調方式による地上ディジタル放送や衛星ディジタル放送も考えられている。

【0003】 一般にディジタル変調された RF 信号を受信し、ディジタル復調器でデータを復調するには、ディジタル復調器に入力されるディジタル変調信号の搬送波周波数を安定化することが必要とされる。

【0004】 例えば、衛星放送受信機では BS コンバータの局発周波数は ± 数 MHz 程度ドリフトする可能性があるので、ディジタル変調信号を中間周波信号に周波数変換してディジタル復調器に入力する時に、このドリフトを吸収して中間周波信号の搬送波周波数を安定化するためには自動周波数制御装置（以下、AFC 装置と記す）が必要である。図 4 に従来の AFC 装置を示す。

【0005】 図 4 において、ディジタル変調された高周波信号は周波数変換器 41 により中間周波信号に変換され、中間周波帯域通過フィルタ 42 を介して、ディジタル復調器 43 に入力される。ディジタル復調器 43 では搬送波再生回路 44 により中間周波信号の搬送波が再生され、データが復調される。一方、搬送波抽出回路 45 では中間周波帯域通過フィルタ 42 から出力された中間周波信号の搬送波が抽出された後、分周器 46 により搬送波周波数が N 分周され、位相検波器 47 に入力される。位相検波器 47 では発振周波数が中間周波信号の搬送波の公称周波数の N 分の一に等しい基準発振器 48 の出力信号と、分周器 46 の出力信号との周波数差が検出される。そして、位相検波器 47 の出力信号により周波数変換器 41 に入力される電圧制御発振器 49 の発振周波数が制御される。しかも、中間周波信号の搬送波周波数が、基準発振器 48 の周波数の M 倍の周波数、つまり中間周波信号の搬送波の公称周波数と一致するように制

御される。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】上記従来例の構成では、デジタル復調器43の搬送波再生回路44で中間周波信号の搬送波が再生されるためには、デジタル復調器43に入力される中間周波信号の搬送波周波数と搬送波再生回路44の動作周波数との周波数差を少なく抑える必要がある。そのためには基準発振器48の温度安定度と共に、搬送波再生回路44の動作周波数の安定度を高める必要があり、基準発振器48とともに搬送波再生回路44にも安定度の高い発振器が必要になる。しかも、中間周波信号の搬送波周波数を高くすると、それだけ基準発振器48には厳しい周波数精度が要求され、搬送波再生回路44には温度安定度と共に、厳しい周波数精度が要求されるという問題点を有していた。更に、デジタル復調器43内にある搬送波再生回路44の発振器以外にも、基準発振器48を用いているので、発振器が2個必要である。

【0007】更に、デジタル復調器43で正常にデータを復調しているときに、中間周波信号のC/N比が急激に低下すると、増大した雑音により搬送波抽出回路45で抽出された搬送波の位相雑音も増大し、位相雑音の大きな搬送波を分周器46で分周すると、分周器46の出力信号の周波数はC/N比が良い時に比べて増加するようになる。従って、中間周波信号のC/N比が低下すると、自動周波数制御（以下、AFCと記す）で周波数が安定化されていたとしても、安定化された中間周波信号の搬送波周波数は基準周波数のN倍の周波数からずれたところで安定化される。しかも、このずれは中間周波信号のC/N比が低下するとともに大きくなる。このように中間周波信号のC/N比の低下はデジタル復調器43の復調動作を不安定にする要因となる。

【0008】本発明はかかる点に鑑みてなされたもので、上記従来例のもつ欠点を除去し、中間周波信号のC/N比の変動に対しても、デジタル復調器に必要な中間周波信号の周波数安定度の問題を解決するとともに、基準発振器を不要にするAFC装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するために本発明のAFC装置では、M相位相変調された高周波信号を中間周波信号に変換する周波数変換器と、前記中間周波信号を直交位相検波器と該直交位相検波器に入力される固定発振器とでベースバンド信号に変換した後、デジタル復調する準同期検波型復調器と、前記中間周波信号の周波数をM通倍するM通倍器と、前記M通倍器の出力信号を(M×N)分周する第1の分周器と、前記固定発振器の周波数をN分周する第2の分周器と、前記第1の分周器の出力信号と、前記第2の分周器の出力信号との周波数差を検出する位相検波器と、前記周波数差

換器に入力され、前記位相検波器からの出力電圧に基づいて発振周波数が制御される電圧制御発振器と、前記準同期検波型復調器で復調されたデータの誤り率を検出する誤り率検出器と、前記誤り率検出器で得られた誤り率を所定の基準値と比較する比較器と、前記誤り率が所定の基準値を越えないときには、前記位相検波器からの出力電圧のみに基づいて前記電圧制御発振器の発振周波数を制御し、前記誤り率が所定の基準値を越えたときには、前記誤り率が所定の基準値を越えないときに前記電圧制御発振器に出力されていた出力電圧に基づいて前記電圧制御発振器の発振周波数を制御する手段とで構成される。

【0010】

【作用】本発明によるAFC装置では、中間周波信号のC/N比が大きい状態では、まずM通倍器、第1の分周器、第2の分周器および位相検波器により中間周波信号の搬送波周波数のN分の1周波数と固定発振器の発振周波数のN分の1周波数が比較され、両周波数が一致するように電圧制御発振器の発振周波数が制御される。従って、中間周波信号の搬送波周波数と準同期検波型復調器の固定発振器の周波数との周波数差が零となり、準同期検波型復調器の復調動作は極めて安定に行なわれる。

【0011】中間周波信号のC/N比が低い状態では、雑音により中間周波信号の搬送波周波数は固定発振器の発振周波数からずれるようになり、このずれは中間周波信号のC/N比が低くなる程大きくなる。誤り率検出器ではC/N比の低下は誤り率の増加として検出されるが、この検出された誤り率を所定の基準値（例えば、C/N比の低下により中間周波信号の搬送波周波数が固定発振器の発振周波数からずれて、このずれが準同期検波型復調器の復調動作に影響するようになる中間周波信号のC/N比に対応する誤り率と定義する）と比較し、誤り率が所定の基準値を越えると次のような制御手段がとられる。

【0012】検出される誤り率が所定の基準値を越えないときには、位相検波器からの出力電圧のみに基づいて電圧制御発振器の発振周波数を制御するとともに、電圧制御発振器に印加されている位相検波器からの出力電圧データを定期的に更新しながら保存しておく。そして、誤り率が所定の基準値を越えたときには、保存してある出力電圧データに基づいて前記電圧制御発振器の発振周波数を制御する。

【0013】このように電圧制御発振器を制御することにより、中間周波信号のC/N比の急激な低下により、中間周波信号の搬送波周波数が固定発振器の発振周波数から大きくずれて準同期検波型復調器の復調動作が不安定にならないようにしている。

【0014】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面をもとに説明する。

【0015】図1は本発明の第1の実施例に係る自動周波数制御装置（以下、AFC装置と記す）のブロック構成図である。11はM相位相変調された高周波信号を中間周波信号に変換する周波数変換器、12は中間周波帯域通過フィルタ、13は準同期検波型復調器、14は発振周波数が中間周波信号の公称周波数にほぼ等しい固定発振器、10は準同期検波型復調器13の直交位相検波器、15は中間周波信号の周波数をM通倍するM通倍器、16はM通倍器15の出力信号の周波数を($M \times N$)分周する分周器、116は固定発振器14の周波数をN分周する分周器、17は分周器16の出力信号と分周器116の出力信号との周波数差を検出する位相検波器、18は位相検波器17からの出力信号を平均化するループフィルタ、19は周波数変換器11に入力され、ループフィルタ18の出力電圧により発振周波数が制御される電圧制御発振器、100は準同期検波型復調器13で復調されたデータの誤り率を検出する誤り率検出器、101は誤り率検出器100で検出された誤り率情報を所定の基準値Aと比較する比較器、102はマイクロプロセッサ、103はD/A変換器、104はループフィルタ18の出力電圧とD/A変換器103の出力電圧を加算し、電圧制御発振器19に入力する加算器である。

【0016】以上のように構成されたAFC装置について、その動作を説明する。まず、M相位相変調された高周波信号は周波数変換器11により中間周波信号に変換され、中間周波帯域通過フィルタ12では中間周波信号以外の余分なスプリアス信号が除かれた後、準同期検波型復調器13に入力される。準同期検波型復調器13では、入力された中間周波信号を直交位相検波器10と該直交位相検波器10に入力される固定発振器14とでベースバンド信号に変換した後、データが復調される。

【0017】しかし、中間周波信号の搬送波周波数が固定発振器14の周波数と大きくずれていると、準同期検波型復調器13では搬送波に対する位相同期がとれなくなり、正しくデータが復調されない。

【0018】一方、中間周波帯域通過フィルタ12を通過した中間周波信号は、M通倍器15に入力され、中間周波信号の周波数をM通倍することにより、周波数が中間周波信号の搬送波周波数のM倍で、M相位相変調成分が除去された無変調信号が得られる。更に、この無変調信号を分周器16で($M \times N$)分周することにより中間周波信号の搬送波周波数のN分の1の周波数を有する無変調信号が得られる。

【0019】一方、準同期検波型復調器13の固定発振器14の周波数を分周器116に入力することにより、周波数が固定発振器14のN分の1の信号が得られる。そして、位相検波器17では、中間周波信号の搬送波周波数のN分の1の周波数と、固定発振器14の発振周波数のN分の1の周波数との周波数差が検出される。ル

プフィルタ18では位相検波器17の出力信号が平均化され、加算器104を介して電圧制御発振器19に入力されて電圧制御発振器19の発振周波数が制御される。

【0020】ここで、分周器16の出力信号の周波数と分周器116の出力信号の周波数とが等しくなるように、すなわち、中間周波信号の搬送波周波数と固定発振器14の発振周波数とが等しくなるように電圧制御発振器19の発振周波数はループフィルタ18を介して制御されるので、中間周波信号の搬送波周波数がAFC制御ループの周波数引き込み範囲内では、準同期検波型復調器13に入力される中間周波信号の搬送波周波数と固定発振器14の発振周波数とは一致する。

【0021】但し、準同期検波型復調器13に入力される中間周波信号の搬送波周波数と固定発振器14の発振周波数とが一致するのはC/N比が比較的高い場合であり、C/N比がある所定C/N値より低下すると、中間周波信号に含まれる雑音により分周器16による周波数の分周精度が劣化し、一般的には分周器16による出力信号の周波数はC/N比が低下するに従い分周比($M \times N$)から単純計算される推定周波数より高い周波数を有する出力信号が得られる。従って、C/N比がある所定C/N値より低下するに従い中間周波信号の搬送波周波数と固定発振器14の発振周波数のずれは大きくなる。

【0022】準同期検波型復調器13に入力された中間周波信号は直交位相検波器10と固定発振器14とによりベースバンド信号に変換された後、データ復調される。復調データの誤りが誤り訂正復号器（図示せず）で訂正される過程で、復調データの誤り率が誤り率検出器100で検出され、この検出された誤り率は誤り率情報として比較器101に送られる。比較器101では誤り率情報を所定の基準値Aと比較する。そして、例えばこの基準値Aを、AFC制御されているにもかかわらず中間周波信号の搬送波周波数と固定発振器14の発振周波数のずれが大きくなり、準同期検波型復調器13の復調動作に問題が生じるような中間周波信号のC/N比に対応する誤り率とする。この基準値Aを越える誤り率が比較器101で検出されればC/N比がある所定C/N値より低下したものと判断し、比較器101からマイクロプロセッサ102に制御信号Aが送出される。

【0023】マイクロプロセッサ102では、C/N比が比較的高く比較器101から制御信号Aが送出されていない間は、ループフィルタ18の出力電圧値を定期的に更新しながら保存しておく。そして、C/N比が低下し制御信号Aが観測されると、C/N比が比較的高いときに保存してあったループフィルタ18の出力電圧値V1とC/N比が低下し制御信号Aが観測されているときのループフィルタ18の出力電圧値V2との差電圧値V3(=V1-V2)を計算し、その差電圧値V3をD/A変換器103を介して加算器104に出力する。加算器104ではループフィルタ18の出力電圧値V2に加

えて差電圧値 V_3 が加算され、電圧制御発振器 19 には電圧値 V_1 が印加される。従って、電圧制御発振器 19 には、中間周波信号の C/N 比が低下しても常に C/N 比の高いときのループフィルタ 18 の出力電圧が印加されることとなり、中間周波信号の C/N 比の低下に伴う中間周波信号の搬送波周波数と固定発振器 14 の発振周波数のずれが大きくなるのを防止する。

【0024】以上のように、第 1 の実施例によれば、 M 相位相変調された高周波信号の搬送波周波数が公称周波数からドリフトしているとしても準同期検波型復調器 13 の固定発振器 14 の発振周波数を基準にして M 相位相変調された中間周波信号の搬送波周波数が安定化されるため、準同期検波型復調器 13 に入力される中間周波信号の搬送波周波数と固定発振器 14 の発振周波数とは一致し、準同期検波型復調器 13 の復調動作は極めて安定化される。

【0025】しかも、中間周波信号の C/N 比が低下し、分周器 16 の分周精度が劣化しても、中間周波信号の搬送波周波数と固定発振器 14 の発振周波数とはほぼ一致するように制御されるので、準同期検波型復調器 13 の復調動作の安定性が低 C/N 時においても維持される。

【0026】また、中間周波信号の C/N 比の急激で極端な低下により、準同期検波型復調器 13 の正常な復調動作が一時停止した、その後中間周波信号の C/N 比が快復するような状態が発生するような場合でも、電圧制御発振器 19 の低 C/N 時の発振周波数は C/N 比が高いときの発振周波数にほぼ近い状態に保持されているため、準同期検波型復調器 13 の復調動作の快復時間を早くできる。

【0027】更に、準同期検波型復調器 13 に入力される中間周波信号の搬送波周波数は、常に固定発振器 14 の発振周波数と一致するように A F C 制御されるので、固定発振器 14 の発振周波数の精度および安定度を厳しくする必要がなくなると同時に、中間周波信号の搬送波周波数を高くしたとしても、それに比例して固定発振器 14 の発振周波数の精度および安定度を厳しくする必要がない。

【0028】しかも、一つの固定発振器 14 で A F C 制御の基準周波数としての機能と直交位相検波器 10 に入力される局部発振器としての機能を兼ねているので、従来例のような基準発振器を省略できる効果がある。

【0029】図 2 は本発明の第 2 の実施例に係る A F C 装置のブロック構成図である。21 は M 相位相変調された高周波信号を中間周波信号に変換する周波数変換器、22 は中間周波帯域通過フィルタ、23 は準同期検波型復調器、24 は発振周波数が中間周波信号の公称周波数にほぼ等しい固定発振器、20 は準同期検波型復調器 23 の直交位相検波器、25 は中間周波信号の周波数を M 通倍する M 通倍器、26 は M 通倍器 25 の出力信号の周

波数を $(M \times N)$ 分周する分周器、226 は固定発振器 24 の周波数を N 分周する分周器、27 は分周器 26 の出力信号と分周器 226 の出力信号との周波数差を検出する位相検波器、28 は位相検波器 27 からの出力信号を平均化するループフィルタ、29 は周波数変換器 21 に入力され、ループフィルタ 28 の出力電圧により発振周波数が制御される電圧制御発振器、200 は準同期検波型復調器 23 で復調されたデータの誤り率を検出する誤り率検出器、201 は誤り率検出器 200 で検出された誤り率情報を所定の基準値 A 、 B と比較する比較器、205 は電圧制御発振器 29 の発振周波数を強制スweepさせる掃引信号発生器、202 はマイクロプロセッサ、203 は D/A 変換器、206 は掃引信号発生器 205 の出力電圧と D/A 変換器 203 の出力電圧を加算する加算器、204 はループフィルタ 28 の出力電圧と加算器 206 の出力電圧を加算し、電圧制御発振器 29 に入力する加算器である。

【0030】以上のように構成された A F C 装置について、その動作を説明する。まず、 M 相位相変調された高周波信号は周波数変換器 21 により中間周波信号に変換され、中間周波帯域通過フィルタ 22 では中間周波信号以外の余分なサブキャリア信号が除かれた後、準同期検波型復調器 23 に入力される。準同期検波型復調器 23 では、入力された中間周波信号を直交位相検波器 20 と該直交位相検波器 20 に入力される固定発振器 24 とでベースバンド信号に変換した後、データが復調される。しかし、中間周波信号の搬送波周波数が固定発振器 24 の周波数と大きくずれていると、準同期検波型復調器 23 では搬送波に対する位相同期がとれなくなり、正しくデータが復調されない。

【0031】一方、中間周波帯域通過フィルタ 22 を通過した中間周波信号は、 M 通倍器 25 に入力される。中間周波信号の周波数を M 通倍することにより、周波数が中間周波信号の搬送波周波数の M 倍で、 M 相位相変調成分が除去された無変調信号が得られる。更に、この無変調信号を分周器 26 で $(M \times N)$ 分周することにより中間周波信号の搬送波周波数の N 分の 1 の周波数を有する無変調信号が得られる。

【0032】一方、準同期検波型復調器 23 の固定発振器 24 の周波数を分周器 226 に入力することにより、周波数が固定発振器 24 の N 分の 1 の信号が得られる。そして、位相検波器 27 では、中間周波信号の搬送波周波数の N 分の 1 の周波数と、固定発振器 24 の発振周波数の N 分の 1 の周波数との周波数差が検出される。ループフィルタ 28 では位相検波器 27 の出力信号が平均化され、電圧制御発振器 29 に入力されて電圧制御発振器 29 の発振周波数が制御される。

【0033】ここで、分周器 26 の出力信号の周波数と分周器 226 の出力信号の周波数とが等しくなるように、すなわち、中間周波信号の搬送波周波数と固定発振

器 24 の発振周波数とが等しくなるように電圧制御発振器 29 の発振周波数はループフィルタ 28 を介して制御されるので、中間周波信号の搬送波周波数が A F C 制御ループの周波数引き込み範囲内では、準同期検波型復調器 23 に入力される中間周波信号の搬送波周波数と固定発振器 24 の発振周波数とは一致する。

【0034】但し、準同期検波型復調器 23 に入力される中間周波信号の搬送波周波数と固定発振器 24 の発振周波数とが一致するのは C/N 比が比較的高い場合であり、C/N 比がある所定 C/N 値より低下すると、中間周波信号に含まれる雑音により分周器 26 による周波数の分周精度が劣化し、一般的には分周器 26 による出力信号の周波数は C/N 比が低下するに従い分周比 ($M \times N$) から単純計算される推定周波数より高い周波数を有する出力信号が得られる。従って、C/N 比がある所定 C/N 値より低下するに従い中間周波信号の搬送波周波数と固定発振器 24 の発振周波数のずれが大きくなる。

【0035】準同期検波型復調器 23 に入力された中間周波信号は直交位相検波器 20 と固定発振器 24 とによりベースバンド信号に変換された後、データ復調される。復調データの誤りが誤り訂正復号器 (図示せず) で訂正される過程で、復調データの誤り率が誤り率検出器 200 で検出され、この検出された誤り率は誤り率情報として比較器 201 に送られる。比較器 201 では誤り率情報を所定の基準値 A および基準値 B と比較する。そして、例えばこの基準値 A を、A F C 制御されているにもかかわらず中間周波信号の搬送波周波数と固定発振器 24 の発振周波数のずれが大きくなり、準同期検波型復調器 23 の復調動作に問題が生じるような中間周波信号の C/N 比に対応する誤り率とする。この基準値 A を越える誤り率が比較器 201 で検出されれば C/N 比がある所定 C/N 値より低下したものと判断し、マイクロプロセッサ 202 に制御信号 A が送出される。

【0036】基準値 B は準同期検波型復調器 23 が正しくデータを復調していないときに誤り率検出器 200 で検出される誤り率とし、この基準値 B に相当する誤り率が比較器 201 で検出されれば、掃引制御信号を掃引信号発生器 205 に送出し、掃引信号発生器 205 では上記掃引制御信号に基づいて掃引信号を発生し、加算器 206 および加算器 204 を介して電圧制御発振器 29 の発振周波数を強制スweepさせる。もしも、初期状態で、中間周波信号の搬送波周波数が A F C 制御ループの周波数引き込み範囲外にあり、かつ、中間周波信号の搬送波周波数が固定発振器 24 の発振周波数と大きくずれていると、準同期検波型復調器 23 では搬送波に対する位相同期がとれなくなり、正しくデータが復調されない。この時には比較器 201 から掃引制御信号が掃引信号発生器 205 に送出され、掃引信号発生器 205 では上記掃引制御信号に基づいて掃引信号を発生し、加算器 206、204 を介して電圧制御発振器 29 の発振周波

数を強制スweepさせ、準同期検波型復調器 23 内で中間周波信号の搬送波に対する位相同期がとれて、正しくデータが復調されるまで電圧制御発振器 29 の発振周波数を強制スweepさせる。

【0037】マイクロプロセッサ 202 では、C/N 比が比較的高く比較器 201 から制御信号 A が送出されていない間は、ループフィルタ 28 の出力電圧値を定期的に更新しながら保存しておく。そして、C/N 比が低下し制御信号 A が観測されると、C/N 比が比較的高いときに保存してあったループフィルタ 28 の出力電圧値 V_1 と C/N 比が低下し制御信号 A が観測されているときのループフィルタ 28 の出力電圧値 V_2 との差電圧値 $V_3 (=V_1 - V_2)$ を計算し、その差電圧値 V_3 を D/A 変換器 203 を介して加算器 204 に入力する。加算器 204 ではループフィルタ 28 の出力電圧値 V_2 に加えて差電圧値 $V_3 (=V_1 - V_2)$ が加算され、電圧制御発振器 29 には電圧値 V_1 が印加される。従って、電圧制御発振器 29 には、中間周波信号の C/N 比が低下しても常に C/N 比の高いときのループフィルタ 28 の出力電圧が印加されることとなり、中間周波信号の C/N 比の低下に伴う中間周波信号の搬送波周波数と固定発振器 24 の発振周波数のずれが大きくなるのを防止する。

【0038】以上のように、第 2 の実施例によれば、M 相位相変調された高周波信号の搬送波周波数が公称周波数からドリフトしているとしても準同期検波型復調器 23 の固定発振器 24 の発振周波数を基準にして M 相位相変調された中間周波信号の搬送波周波数が安定化されるため、準同期検波型復調器 23 に入力される中間周波信号の搬送波周波数と固定発振器 24 の発振周波数とは一致し、準同期検波型復調器 23 の復調動作は極めて安定化される。

【0039】しかも、中間周波信号の C/N 比が低下し、分周器 26 の分周精度が劣化しても、中間周波信号の搬送波周波数と固定発振器 24 の発振周波数とはほぼ一致するように制御されるので、準同期検波型復調器 23 の復調動作の安定性が低 C/N 時においても維持される。

【0040】また、中間周波信号の C/N 比の急激で極端な低下により、準同期検波型復調器 23 の正常な復調動作が一時停止し、その後中間周波信号の C/N 比が快復するような状態が発生するような場合でも、電圧制御発振器 29 の低 C/N 時での発振周波数は C/N 比が高いときの発振周波数にほぼ近い状態に保持されているため、準同期検波型復調器 23 の復調動作の快復時間を早くできる。

【0041】更に、準同期検波型復調器 23 に入力される中間周波信号の搬送波周波数は、常に固定発振器 24 の発振周波数と一致するように A F C 制御されるので、固定発振器 24 の発振周波数の精度および安定度を厳し

くする必要がなくなると同時に、中間周波信号の搬送波周波数を高くしたとしても、それに比例して固定発振器 24 の発振周波数の精度および安定度を厳しくする必要がない。

【0042】しかも、一つの固定発振器 24 で AFC 制御の基準周波数としての機能と直交位相検波器 20 に入力される局部発振器としての機能を兼ねているので、従来例のような基準発振器を省略できる効果がある。また、比較器 201 により誤り率を基準値 B と比較し、掃引信号を出力する掃引信号発生器 205 を設けることにより、AFC の引き込み範囲を拡大することができる。

【0043】図 3 は本発明の第 3 の実施例に係る AFC 装置のブロック構成図であり、特に、図 2 の実施例における準同期検波型復調器 23 での掃引制御信号の送出方法に関する図である。33 は準同期検波型復調器、34 は固定発振器、30 は直交位相検波器、300 は準同期検波型復調器 33 で復調されたデータの誤り率を検出する誤り率検出器、301 は誤り率検出器 300 で検出された誤り率情報を所定の基準値 A と比較する比較器、310 は準同期検波型復調器 33 の位相同期ループ回路、311 は位相同期ループ回路 310 から出力される位相誤差信号に基づいて、準同期検波型復調器 33 が正しくデータを復調しているか否かを判定する同期判定器である。

【0044】以上のように構成された AFC 装置の動作について説明する。準同期検波型復調器 33 に入力された中間周波信号は直交位相検波器 30 と固定発振器 34 とで I 軸と Q 軸のベースバンド信号に変換される。このベースバンド信号には、中間周波信号の搬送波の周波数・位相と固定発振器 34 の周波数・位相との誤差（周波数誤差および位相誤差）が含まれており、これらの誤差をベースバンド信号から除去する回路が準同期検波型復調器 33 には一般的に含まれている。そして、位相誤差を除去する回路が位相同期ループ回路 310 である。

【0045】従って、位相同期ループ回路 310 には位相検波器（図示せず）が含まれており、この位相検波器で位相誤差が検出され、この位相誤差はループフィルタ（図示せず）で平均化されて位相誤差信号として同期判定器 311 に提供される。同期判定器 311 では、提供された位相誤差信号に基づいて、位相同期ループ回路 310 でベースバンド信号から位相誤差が除去されているかどうか、すなわち位相同期ループ回路 310 が同期しているか否かを判定し、位相誤差信号がある基準レベルを越えている場合には位相同期ループ回路 310 が同期していないものと判断されるので、準同期検波型復調器 33 も正しくデータを復調していないものと判定し、掃引信号発生器 205 に掃引制御信号を送出する。

【0046】一方、位相同期ループ回路 310 が同期している場合、誤り率検出器 300 で復調データの誤り率を検出し、この誤り率情報を基準値 A と比較する。この

基準値 A を越える誤り率が比較器 301 で検出されれば C/N 比がある所定 C/N 値より低下したものと判断し、マイクロプロセッサ 202 に制御信号 A を送出する動作は図 2 の実施例と同じである。

【0047】以上のように、第 3 の実施例によれば、第 2 の実施例の効果に加えて、位相同期ループ回路 310 による同期検出は検出時間が早いので、準同期検波型復調器 33 の同期確立時間が短縮化される。

【0048】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば次の効果が発揮される。

【0049】（1）準同期検波型復調器の固定発振器の発振周波数を基準として、M 相位相変調された中間周波信号の搬送波周波数が安定化されるので、準同期検波型復調器の復調動作が極めて安定化される。

【0050】（2）中間周波信号の搬送波周波数と準同期検波型復調器の固定発振器の発振周波数とが一致するように AFC 制御されるので、固定発振器に要求される周波数精度や周波数安定度は厳しくなくてもよい。

【0051】（3）中間周波信号の C/N 比が低下し、分周器の分周精度が劣化しても、中間周波信号の搬送波周波数と固定発振器の発振周波数とはほぼ一致するように制御されるので、準同期検波型復調器の復調動作の安定性が低 C/N 時においても維持される。

【0052】（4）中間周波信号の C/N 比の急激で極端な低下により、準同期検波型復調器の正常な復調動作が一時停止し、その後中間周波信号の C/N 比が快復するような状態が発生するような場合でも、電圧制御発振器の低 C/N 時の発振周波数は C/N 比が高いときの発振周波数にほぼ近い状態に保持されているため、準同期検波型復調器の復調動作の快復時間を早くできる。

【0053】（5）準同期検波型復調器の固定発振器が基準となっているので基準発振器を省略することができる。

【0054】（6）比較器や同期判定器から掃引制御信号を送出し、電圧制御発振器の中心周波数を掃引する掃引信号発生器を設けることにより、AFC の引き込み範囲を拡大することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施例における AFC 装置のブロック図

【図 2】本発明の第 2 の実施例における AFC 装置のブロック図

【図 3】本発明の第 3 の実施例における AFC 装置を示し、特に図 2 の実施例での掃引制御信号の送出方法を示す図

【図 4】従来例における AFC 装置のブロック図

【符号の説明】

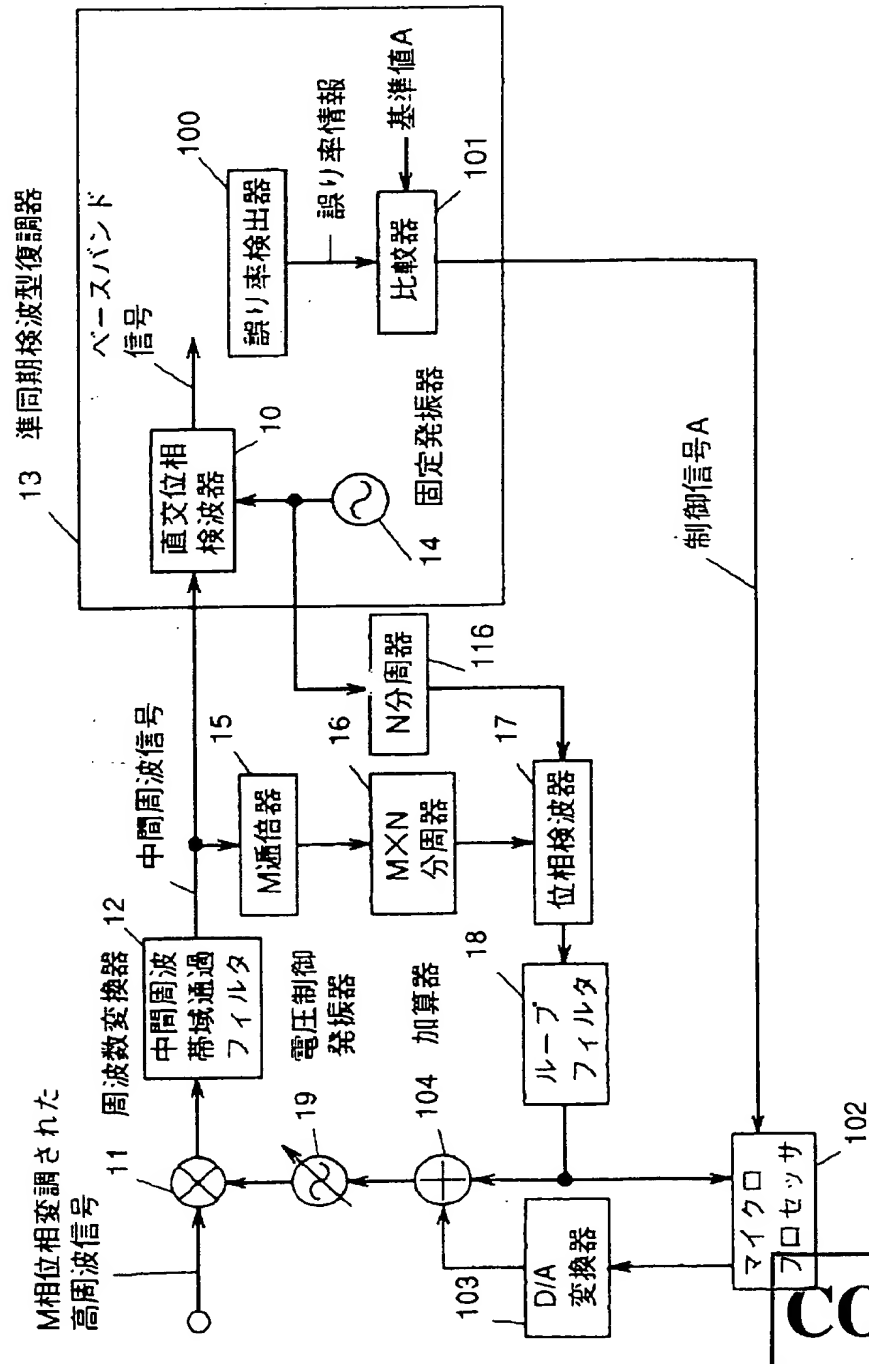
10、20、30 直交位相検波器

11、21 周波数変換器

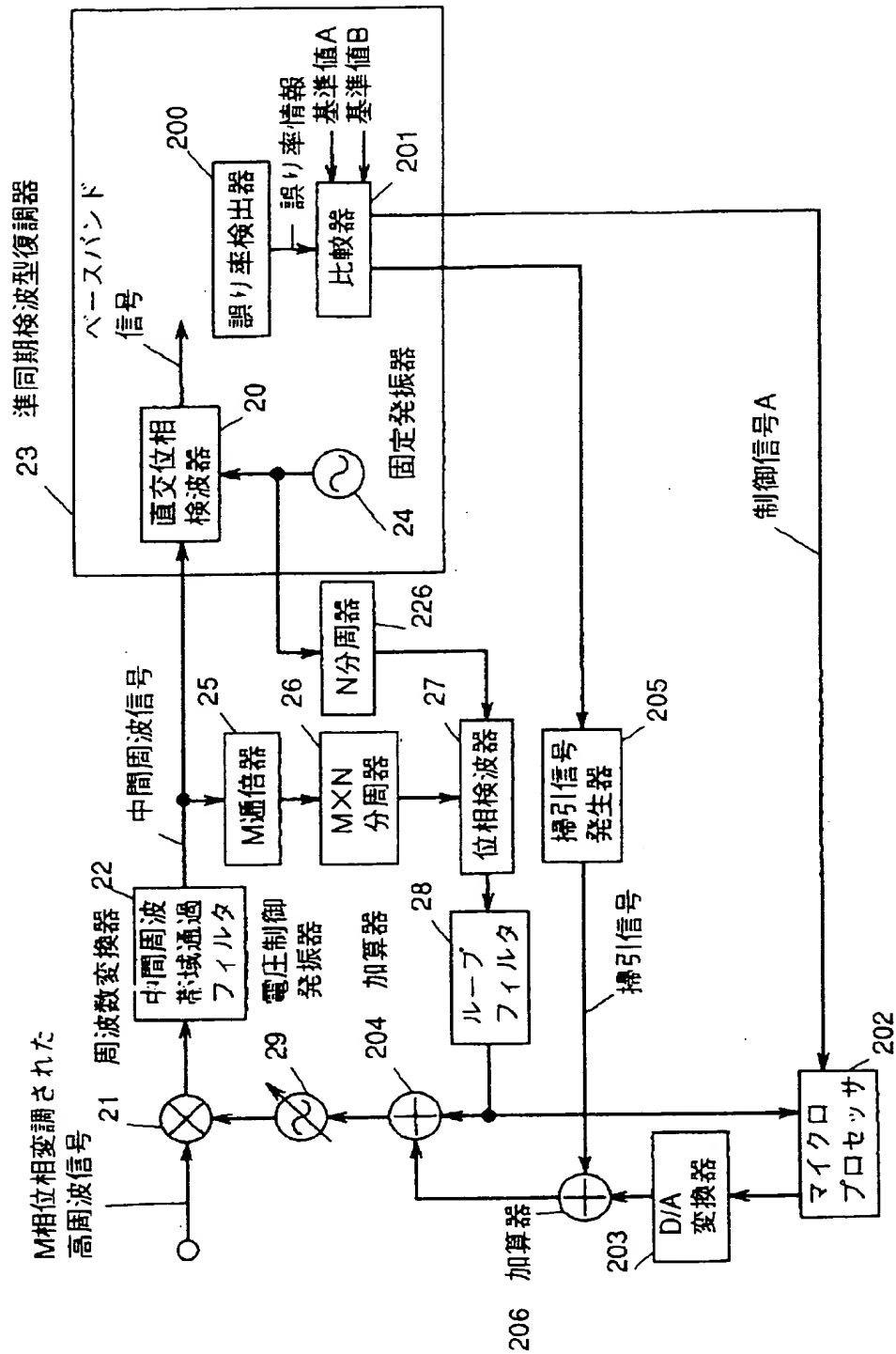
- 13 準同期検波型復調器
- 12、22 中間周波帯域通過フィルタ
- 13、23、33 準同期検波型復調器
- 14、24、34 固定発振器
- 15、25 M逓倍器
- 16、26、116、226 分周器
- 17、27 位相検波器
- 18、28 ループフィルタ
- 19、29 電圧制御発振器

- 100、200、300 誤り率検出器
- 101、201、301 比較器
- 102、202 マイクロプロセッサ
- 103、203 D/A変換器
- 104、204、206 加算器
- 205 掃引信号発生器
- 310 位相同期ループ回路
- 311 同期判定器

【図1】

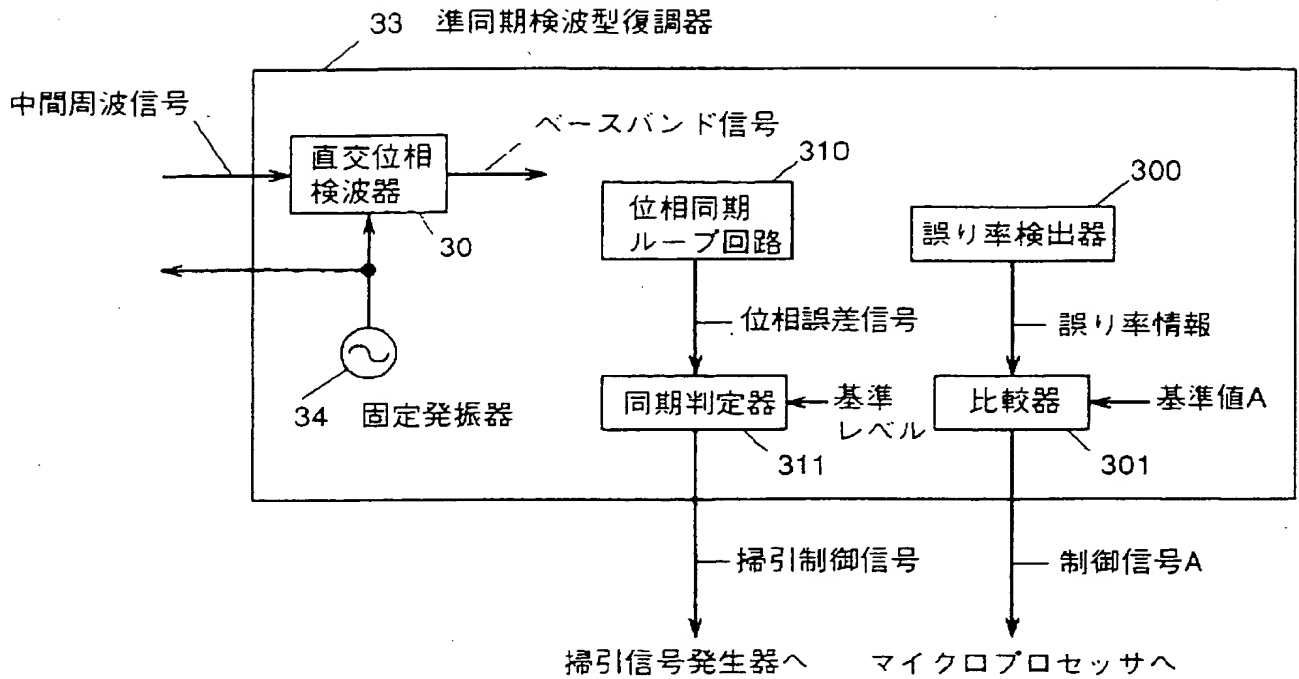


【図 2】

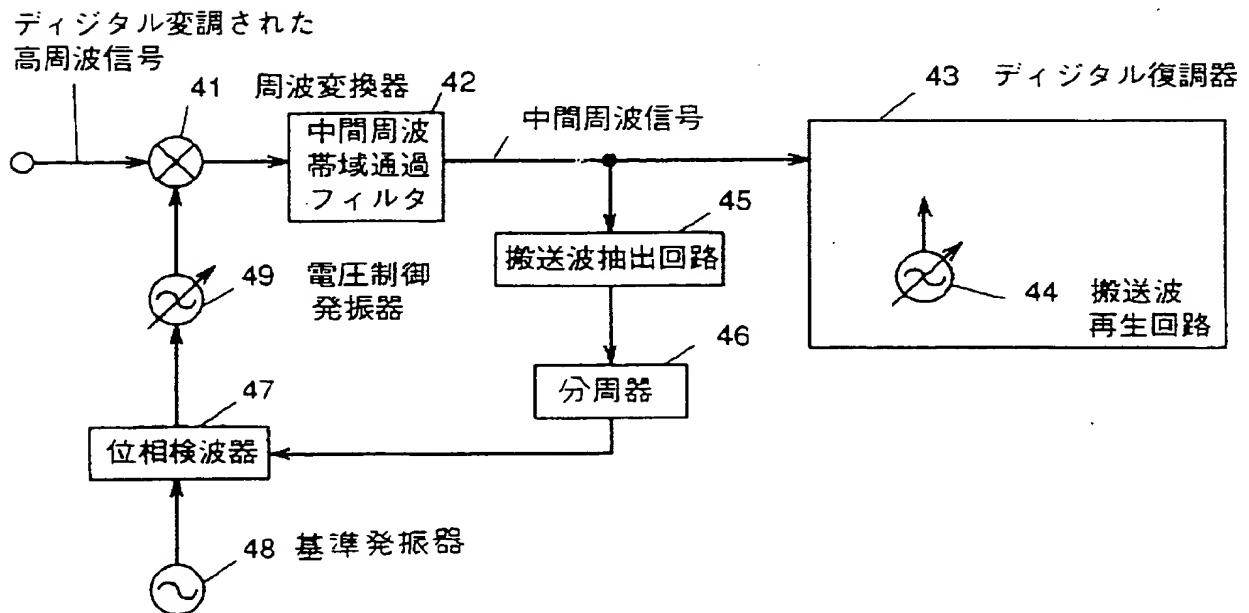


COPY

【図3】



【図4】



COPY

フロントページの続き

(72) 発明者 加藤 久也
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

COPY